

Ruppersberg, Klaus; Nick, Sabine; Peper-Bienzeisler, Renate
Teste Dein Wissen mit Aufgaben aus der ChemieOlympiade! Hin und her - die Sache mit dem Iod

Chemie konkret : CHEMKON 22 (2015) 1, S. 40-41



Quellenangabe/ Reference:

Ruppersberg, Klaus; Nick, Sabine; Peper-Bienzeisler, Renate: Teste Dein Wissen mit Aufgaben aus der ChemieOlympiade! Hin und her - die Sache mit dem Iod - In: Chemie konkret : CHEMKON 22 (2015) 1, S. 40-41 - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-140343 - DOI: 10.25656/01:14034

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-140343>

<https://doi.org/10.25656/01:14034>

Nutzungsbedingungen

Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Die Nutzung stellt keine Übertragung des Eigentumsrechts an diesem Dokument dar und gilt vorbehaltlich der folgenden Einschränkungen: Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use

We grant a non-exclusive, non-transferable, individual and limited right to using this document.

This document is solely intended for your personal, non-commercial use. Use of this document does not include any transfer of property rights and it is conditional to the following limitations: All of the copies of this documents must retain all copyright information and other information regarding legal protection. You are not allowed to alter this document in any way, to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.

Kontakt / Contact:

peDOCS
DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation
Informationszentrum (IZ) Bildung
E-Mail: pedocs@dipf.de
Internet: www.pedocs.de

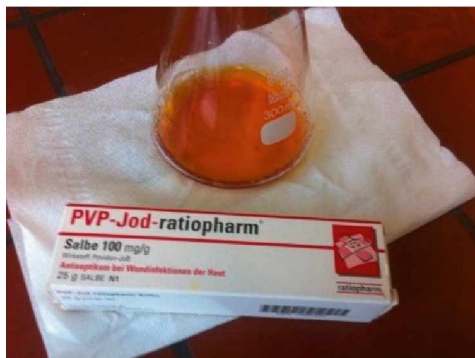
Digitalisiert

Teste dein Wissen mit Aufgaben aus der ChemieOlympiade!

Hin und her – die Sache mit dem Iod

Fast jeder von uns hat schon einmal eine Iodsalbe verwendet, z.B. um eine Schürfwunde zu versorgen. Was ist eigentlich das Wirksame an dieser Salbe? Wozu ist Iod enthalten? In der Tat, Iodsalbe ist ein Antiseptikum zum Auftragen auf die Haut. Dieses wirkt desinfizierend und findet Einsatz bei oberflächlichen Wunden und Verbrennungen.

Iod gehört zur Gruppe der Halogene und ist damit ziemlich reaktiv. Anders als die leichteren Elemente dieser Gruppe, die entweder gasförmig oder flüssig sind, ist Iod ein schwarzvioletter, metallisch schimmernder Feststoff, der sehr leicht sublimiert. Iod findet man auch in der Natur, in Gebirgen, Seen, Mineralwässern, Solen und im Meer in Form des Iodids und des Iodats und kommt daher in größeren Mengen auch in Meeresbewohnern wie Fischen, Algen und Schwämmen vor [1]. Für den Menschen ist Iod essentiell und muss mit der Ernährung zugeführt werden. Iodmangel (täglicher Bedarf: 0,15 mg [2]) kann zu Fehlfunktionen der Schilddrüse führen,



da diese das Element Iod zum Aufbau wichtiger Hormone benötigt. Iodiertes Speisesalz (dieses enthält Iod in Form des Iodats) soll helfen, einen Iodmangel erst gar nicht entstehen zu lassen.

Aber auch chemisch ist Iod ein sehr interessantes Element, durch sein Standardpotential von 0,536 V ist es ziemlich edel

und besitzt eine interessante Redoxchemie [3].

Apotheker schreiben übrigens immer noch Jod, während Chemiker sich seit einer IUPAC-Empfehlung aus dem Jahre 1949 auf die internationale Schreibweise Iod geeinigt haben [4].

Den ersten Versuch kannst du schnell mit der Iodsalbe aus dem Arzneimittelschrank durchführen.

Hinweis: Einige Menschen reagieren überempfindlich auf Iod; bei bekannter Überempfindlichkeit führst du das Experiment bitte nur als Zuschauer durch.

Versuch 1:

Durchführung: Ein erbsengroßes Stück Iodsalbe wird in einem Becherglas in etwa 20 mL Wasser gelöst.

Als weiteres Reagenz benötigst du 0,5 g Geschirrrreiniger (etwa eine Messerspitze, bei Tabs etwas mit dem Messer abkratzen, nimm im ersten Versuch eine Mischung von allen Schichten des Reiniger-Tabs – später kannst du versuchen, einzelne Schichten genauer zu testen). Löse alles in einem zweiten Becherglas in 20 mL Wasser. Gib anschließend diese Lösung tropfenweise zu der iodhaltigen Lösung, bis die Farbe verschwindet.

Die Reagenzgläser (RG) enthalten (von links nach rechts):



RG 1: Lösung der Iodsalbe
RG 2: Inhalt aus RG 1, versetzt mit 3 Tropfen der Geschirrrreiniger-Lösung

RG 3 enthält den Inhalt aus RG 2, versetzt mit einer Messerspitze des Entkalkers (Gemisch aus Amidosulfonsäure und Zitronensäure).

Viele würden nun annehmen, dass das Iod aufgrund der oxidativen Wirkung des Geschirrrreinigers entfärbt wurde. Das stimmt aber nicht! Wenn du nämlich eine starke Säure wie z. B. Amidosulfonsäure aus dem Kaffeemaschinen-entkalker hinzu gibst, entsteht wieder die gelb-braune Farbe des Iods! Es handelt sich deshalb nicht, wie vielleicht vermutet, um eine Oxidation des Iods durch einen Inhaltsstoff des Geschirrrreinigers, sondern um eine Disproportionierung des Iods. Diese läuft in einer stark alkalischen Lösung, also auch in einer wässrigen Lösung des Geschirrrreinigers, bevorzugt ab, da die während der Reaktion gebildeten H^+ -Ionen durch die OH^- -Ionen dem Gleichgewicht entzogen werden. Nach der Zugabe der sauren reagierenden Amidosulfonsäure-Lösung findet die Rückreaktion – eine Komproportionierung – statt: Iodwasserstoffsäure und Hypoiodige Säure bilden wieder Iod und Wasser.

In Wasser und in saurer Lösung



liegt das Gleichgewicht *links*.

In alkalischer Lösung



liegt das Gleichgewicht *rechts*.

Iodometrie

Aufgrund der charakteristischen Färbung von Iod in Wasser, die mit etwas Stärkelösung noch besser sichtbar gemacht werden kann, verwendet man Iod auch für ein quantitatives Bestimmungsverfahren, die *Iodometrie* [5, 6].

Die Iodometrie gehört zur Klasse der Redox titrationen und beruht auf der Reaktion zwischen elementarem Iod (in Form von I_2 -Molekülen) und Thiosulfat-Anionen: $2 \text{S}_2\text{O}_3^{2-} + \text{I}_2 \rightleftharpoons 2 \text{I}^- + \text{S}_4\text{O}_6^{2-}$

Die Reaktionslösung ist durch elementares Iod zunächst braun gefärbt. Wird in Gegenwart von Stärkelösung gearbeitet, färbt der gebildete Iod-Stärke-Komplex die Lösung anfänglich schwarzblau. Die Thiosulfat-Anionen reduzieren das Iod zu Iodid und bilden dabei Tetrathionat-Anionen (formale Oxidationsstufe des Schwefels +2,5). Ist das gesamte Iod durch Thiosulfat reduziert, ist die Reaktionsmischung in beiden Fällen farblos.

Dieser Farbumschlag ist bei einer langsamen Zugabe des Thiosulfates natürlich sehr gut zu sehen und dient daher zur Endpunktserkennung. Mit der Iodometrie lassen sich vor allem Oxidationsmittel quantitativ bestimmen. Dafür wird eine Lösung des Oxidationsmittels mit einem Überschuss an Kaliumiodid versetzt. Das Iodid wird zum Iod oxidiert, das Oxidationsmittel wird reduziert. Die freigesetzte Iodmenge ist der Ausgangsmenge des Oxidationsmittels äquivalent. Das neu gebildete Iod lässt sich nun durch Titration mit Thiosulfat bestimmen. Der Thiosulfat-Verbrauch kann dann auf die anfängliche Konzentration des Oxidationsmittels umgerechnet werden.



Beginn der Titration



Die Lösung ist hellgelb



Durch Stärkezugabe blau



Weiß/Farblos: Endpunkt der Titration

Versuch 2 ... und etwas Stöchiometrie

Das nächste Experiment, eine Titration, sollte im Chemieraum durchgeführt werden. Bei einer Titration gehst du so vor, dass du zum Messen eine Bürette nimmst und sie mit einer Maßlösung füllst. Bei einer Maßlösung ist die Konzentration der reagierenden Inhaltsstoffe genau bekannt – deshalb heißt sie auch **Maßlösung**.

Für eine iodometrische Bestimmung nimmt man zumeist eine Natriumthiosulfat-Maßlösung der Konzentration, $c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$. Weniger konzentrierte Lösungen von Natriumthiosulfat sind nicht lange haltbar. Maßlösungen kann man kaufen oder auch selbst ansetzen [7].

Für die Bestimmung wird eine genau abgemessene Probelösung eines Oxidationsmittels vorgelegt, die Lösung mit demineralisiertem Wasser auf ein Arbeitsvolumen von etwa 100 mL aufgefüllt, mit 2 Spatel Kaliumiodid versetzt und mit Schwefel- oder Salzsäure, $w(\text{HCl}) \sim 10 \%$, ein pH-Wert von etwa 2 bis 3 eingestellt. Bei Zugabe der Säure färbt sich die Lösung sofort braun.

Sogleich wird mit der Zugabe der Thiosulfat-Maßlösung begonnen. Dabei wird die Lösung immer farbloser. Kurz vor Schluss gibt man 2 bis 3 mL Stärkelösung hinzu (dadurch färbt sich die Lösung blauschwarz) und titriert weiter, bis die Lösung farblos ist.

Wenn du nun z. B. 15 mL von der Natriumthiosulfat-Lösung verbrauchst, dann hast du eine Stoffmenge von $0,015 \text{ L} \cdot 0,1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 0,0015 \text{ mol} = 1,5 \text{ mmol}$ umgesetzt. Entsprechend der oberen Reaktionsgleichung reagieren zwei Thiosulfat-Anionen mit einem Molekül I_2 , also 1,5 mmol Thiosulfat reagieren mit 0,75 mmol Iod. Bei einer Atommasse von $126,90 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ bedeutet das:

In dem Erlenmeyerkolben sind durch das Oxidationsmittel 95,18 mg Iod freigesetzt worden! In Abhängigkeit von dem Stoff, den du bestimmt hast, kannst du nun auch dessen Gehalt in der unbekannten Probelösung berechnen.

Mit dieser Methode kannst du z. B. das freie Chlor in einem Hygiene-Reiniger oder auch den Kupfergehalt in einer Münze bestimmen [7].

Dazu eine Aufgabe aus der 3. Runde der ChemieOlympiade 2014

1,000 g einer Mischung von Kaliumchromat und Kaliumdichromat wurden in Wasser gelöst und die Lösung auf 100,0 mL aufgefüllt. 10,0 mL davon wurden mit $\approx 0,5 \text{ g}$ Kaliumiodid und 20 mL verd. Schwefelsäure versetzt. Iodid-Ionen reagieren sowohl mit Chromat- als auch mit Dichromat-Ionen zu Chrom(III)-Ionen (Cr^{3+}) und elementarem Iod (I_2).

a) Geben Sie die beiden ausgeglichenen Reaktionsgleichungen an.

Das elementare Iod wurde mit Thiosulfat-Lösung, $c = 0,100 \text{ mol L}^{-1}$, titriert.

Verbrauch: 18,40 mL.

- b) Bestimmen Sie die Masse von Kaliumchromat in der ursprünglichen Mischung.
c) Begründen Sie, warum die Massenangabe des zugefügten Kaliumiodids so ungenau sein kann, ohne dass die Genauigkeit des Ergebnisses darunter leidet.

Zum Nachschlagen und Nachlesen

- [1] Hille-Rehfeld, A. (2014). Halogenierte Naturstoffe. Chemie in unserer Zeit 48, 402 – 405.
- [2] Schwedt, Georg (2010). Chemische Experimente in naturwissenschaftlich-technischen Museen. Wiley-VCH Weinheim.
- [3] Zur Reaktivität von Iod vgl. z. B. http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/6/ac/bibliothek/_vlu/iod.vlu/Page/vsc/de/ch/6/ac/bibliothek/iod/reaktivitaet.vscml.html (letzter Zugriff 17.11.2014).
- [4] IUPAC bedeutet International Union for Pure and Applied Chemistry. Dieses internationale Gremium befindet sich auch über die Benennung der Kohlenwasserstoffe, daher: IUPAC-Nomenklatur. Siehe auch: Die Geschichte des Iodes,

<http://www.periodensystem-online.de/index.php?el=53&id=history> (letzter Zugriff am 17.11.2014).

- [5] Iod-Stärke-Einschlussverbindung: siehe <http://de.wikipedia.org/wiki/Iodprobe> (letzter Zugriff 17.11.2014).
- [6] Iodometrie, entnommen aus: <http://www.versuchscheme.de/topic,17119,-Grundlagen+der+Iodometrie.html> (letzter Zugriff 23.12.2014).
- [7] Glöckner, W., Jansen, W., Weißenhorn, R. G. (Hrsg.) (2011). Handbuch der Experimentellen Chemie. Band 3/II. Aulis Verlag in der Stark Verlagsgesellschaft Freising.

Viel Spaß wünschen die CHEMKON-Redaktion und das IChO-Aufgabenteam!